

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication 2001-022133

n number :

(43)Date of 26.01.2001

publication of

application :

(51)Int.Cl.

G03G 9/113

G03G 9/097

G03G 15/08

G03G 15/09

(21)Applicati 11-194098

on number :

(22)Date of 08.07.1999

filing :

(71)Applicant CANON INC

:

(72)Inventor : OTAKE SATOSHI

FUJISHIMA KENJI

SHIMAMURA MASAYOSHI

SAIKI KAZUNORI

OKAMOTO NAOKI

GOSEKI YASUhide

(54) CARRIER FOR DEVELOPING ELECTROSTATIC CHARGE IMAGE, TWO-COMPONENT DEVELOPER AND DEVELOPING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a carrier constituting a developer to give a table image by forming the resin-coating layer of the carrier by a resin composition containing at least a quaternary ammonium salt compound which is positively charged to iron powder.

SOLUTION: The carrier has a core material and the resin-coating layer which is formed by the resin composition containing at least the quaternary ammonium salt compound which is positively charged to the iron powder. The resin material of the coating layer has preferably at least any of the -NH₂ group, =NH group and -NH- bond in the molecular structure. As the substance having an -NH₂ group, primary amines shown by R-NH₂, polyamides having these amines or the like are cited as examples, as the substance having an =NH group, secondary amines shown by R=NH, polyamines having these amines or the like and as the substance having an -NH- bond, polyamines, polyamides, polyurethane having -NHCOO- bond or the like can be cited.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194098

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 N 21/88

識別記号

F I
G 0 1 N 21/88

E

審査請求 有 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-369221

(22) 出願日 平成9年(1997) 12月26日

(71) 出願人 000135184

株式会社ニデック

愛知県蒲郡市栄町7番9号

(72) 発明者 米澤 栄二

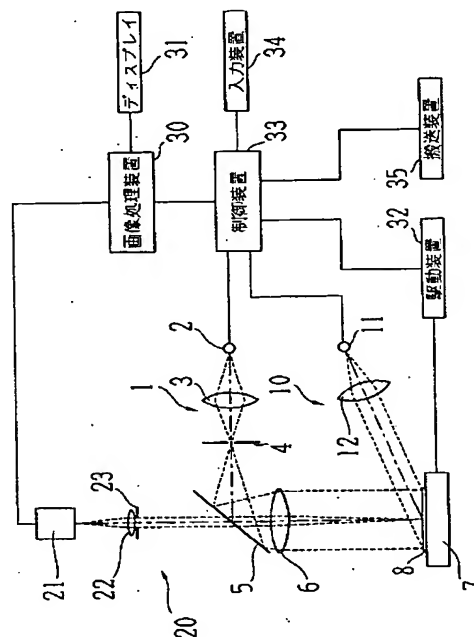
愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会
社ニデック拾石工場内

(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 モアレの影響を排除して欠陥情報を検出でき、これによって信頼性の高いマクロ検査の自動化を可能にする。

【解決手段】 繰返しパターンを有する被検物上のある第1位置のパターンと第2位置のパターンとを比較することに基づいて被検物上の欠陥を検査する欠陥検査装置において、被検物表面の略全体又は分割された領域を撮像するための撮像素子を持つ撮像光学系と、被検物に対して撮像光学系を相対的に移動する移動手段と、撮像素子の画素に対する第1位置のパターンの位置関係と撮像素子の画素に対する移動後の第2位置のパターンの位置関係が略同一になるように移動手段を制御する移動制御手段と、移動前後で撮像素子により撮像された2つの画像データの比較に基づいて欠陥を検出する欠陥検出手段と、を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 繰返しパターンを有する被検物上のある第1位置のパターンと第2位置のパターンとを比較することに基づいて前記被検物上の欠陥を検査する欠陥検査装置において、前記被検物表面の略全体又は分割された領域を撮像するための撮像素子を持つ撮像光学系と、前記被検物に対して前記撮像光学系を相対的に移動する移動手段と、前記撮像素子の画素に対する前記第1位置のパターンの位置関係と前記撮像素子の画素に対する移動後の前記第2位置のパターンの位置関係が略同一になるように前記移動手段を制御する移動制御手段と、該移動制御手段による移動前後で前記撮像素子により撮像された2つの画像データの比較に基づいて被検物上の欠陥を検出する欠陥検出手段と、を備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項2】 請求項1の欠陥検査装置において、前記移動制御手段は被検物が有するパターンの繰返しピッチの正数倍分移動させることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項3】 請求項1の欠陥検査装置において、前記移動制御手段は前記被検物が有するパターンの繰返しピッチに対する前記撮像素子の画素数に基づいて前記移動手段を制御することを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項4】 請求項1の欠陥検査装置において、前記欠陥検出手段は前記移動手段による移動前後の2つの画像データについて前記第1パターンと第2パターンが対応するように差分処理した後の画像データに基づいて欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項5】 請求項1の欠陥検査装置において、前記被検物を略平行光により照明する照明光学系を備え、該照明光学系は前記撮像光学系に対して正反射した像が撮像されるように配置した明視野照明光学系と乱反射した像が撮像されるように配置した暗視野照明光学系を備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パターン付き半導体ウエハや液晶ガラス基板等の繰返しパターンを持つ被検物の欠陥を検査する欠陥検査装置に関する。

【0002】

【従来技術】繰返しパターンのチップが形成された半導体ウエハ（以下、単にウエハという）を巨視的に検査するいわゆるマクロ検査は、従来、ウエハに強力な光を斜めから照射し、その散乱光や回折光の状態をオペレータが目視で観察して、ウエハ表面のキズやごみ、レジスト塗布不良、露光不良等の欠陥を検査していた。

【0003】このようなマクロ検査は、オペレータが習熟すれば一瞬にして良否を判定でき、高スループットの検査が可能であるが、オペレータ自身がウエハに接近することによる汚染の発生やクリーン度の維持が難しく、製品の歩留まりの向上に大きな障害となる。また、オペ

レータには検査能力のバラツキや見落としがあるため、安定した品質の確保に難点があり、優秀な人材の確保や育成にも多大な費用と時間を要する。そこでマクロ検査の自動化が望まれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】マクロ検査の自動化としては、CCD等の撮像素子によりウエハ全体を撮像し、その画像データを画像処理して欠陥を抽出する方法が考えられる。しかし、普通に撮像したのでは、検査対象のチップパターンに対するCCDの画素が粗いため、撮像素子の画素周期とチップパターンの周期との関係によりモアレが発生して疑似欠陥の原因となり、微小な欠陥が抽出できない。ズームレンズを使用してモアレの発生を抑える対応も考えられるが、一般に、チップパターンの縦横の周期、CCDの縦横（水平、垂直）の画素周期はそれぞれ異なるため、モアレを完全に生じないようにすることはできない。

【0005】本発明は、上記従来技術に鑑み、モアレの影響を排除して欠陥情報を検出でき、これによって信頼性の高いマクロ検査の自動化を可能にする装置を提供することを技術課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0007】（1） 繰返しパターンを有する被検物上のある第1位置のパターンと第2位置のパターンとを比較することに基づいて前記被検物上の欠陥を検査する欠陥検査装置において、前記被検物表面の略全体又は分割された領域を撮像するための撮像素子を持つ撮像光学系と、前記被検物に対して前記撮像光学系を相対的に移動する移動手段と、前記撮像素子の画素に対する前記第1位置のパターンの位置関係と前記撮像素子の画素に対する移動後の前記第2位置のパターンの位置関係が略同一になるように前記移動手段を制御する移動制御手段と、該移動制御手段による移動前後で前記撮像素子により撮像された2つの画像データの比較に基づいて被検物上の欠陥を検出する欠陥検出手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】（2） （1）の欠陥検査装置において、前記移動制御手段は被検物が有するパターンの繰返しピッチの正数倍分移動させることを特徴とする。

【0009】（3） （1）の欠陥検査装置において、前記移動制御手段は前記被検物が有するパターンの繰返しピッチに対する前記撮像素子の画素数に基づいて前記移動手段を制御することを特徴とする。

【0010】（4） （1）の欠陥検査装置において、前記欠陥検出手段は前記移動手段による移動前後の2つの画像データについて前記第1パターンと第2パターンが対応するように差分処理した後の画像データに基づい

て欠陥を検出することを特徴とする。

【0011】(5) (1)の欠陥検査装置において、前記被検物を略平行光により照する照明光学系を備え、該照明光学系は前記撮像光学系に対して正反射した像が撮像されるように配置した明視野照明光学系と乱反射した像が撮像されるように配置した暗視野照明光学系を備えることを特徴とする。

【0012】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図1は実施例の装置の概略構成図である。

【0013】1は明視野照明光学系を示し、ハロゲンランプ等の明視野照明用光源2、集光レンズ3、絞り4、後述する撮像光学系20の光軸と照明光軸とを同軸にするハーフミラー5、検査対象であるウエハ8より一回り大きい径を持つコリメータレンズ6を備える。光源2から発せられた光は集光レンズ3、絞り4を経た後、ハーフミラー5で反射し、コリメータレンズ6により略平行光にされ、XYステージ7に載置されたウエハ8の略全面領域を垂直方向から照明する。

【0014】10は暗視野照明光学系を示し、ハロゲンランプ等の明視野照明用光源11、レンズ12を備える。光源11はレンズ12の前側焦点付近に配置され、光源11から発した光はレンズ12により略平行光束にされて、ウエハ8の略全面領域を斜め方向から照明する。

【0015】20は撮像光学系を示し、CCDカメラ21、結像レンズ22、絞り23、明視野照明光学系1と共用されるハーフミラー5及びコリメータレンズ6を備える。絞り23はコリメータレンズ6の焦点付近に配置され、結像レンズ22は絞り23の近傍に配置されている。なお、CCDカメラ21は微細化したチップパターンを検査するために高解像度のものが好ましい。また、CCDカメラ21の撮像素子面はモアレの発生で変化する欠陥レベルを評価しやすくするために、僅かにデフォーカスとなる位置に配置されている。

【0016】明視野照明光学系1により照明されたウエハ8からの正反射光は、コリメータレンズ6により収束され、ハーフミラー5、絞り23を経て結像レンズ22に入射し、結像レンズ22によりウエハ8のほぼ全面の像がCCDカメラ21の撮像素子面に結像する(検査対象物は分割して撮像することもできる)。明視野照明光学系1の照明によりCCDカメラ21はウエハ8の明視野画像を得る。暗視野照明光学系10により照明されたウエハ8からの散乱反射光は、同様の光路を経てCCDカメラ21の撮像素子面に捕らえられ、CCDカメラ21はウエハ8のほぼ全面の暗視野画像を得る。

【0017】30は画像処理装置であり、CCDカメラ21からの画像をA/D変換等の所定の処理を施して取り込んだ後、ノイズ除去、シェーディング補正、撮像素子の感度補正等の必要な前処理(CCDカメラ21から

画像を取り込むときに行っても良い)を施して欠陥検出を行う。31はディスプレイであり、画像処理装置30に取り込まれた画像等を表示する。32はXYステージ7を駆動する駆動装置、35はウエハを収納する図示なきキャリアとXYステージ7との間でウエハの受け渡しを行う搬送装置である。33は各装置や光源2、3の点灯を制御する制御装置、34は制御装置に接続されたキーボード等の入力装置である。以上のような装置における動作を説明する。まず、検査対象であるウエハ8を搬送装置35により搬送してXYステージ7に載置する。ウエハ8は、図示しないオリフラ(Orientational Flat)検出機構により検出されたオリフラを基準にして、CCDカメラ21の画素の配列方向とウエハ8上に形成されたチップの配列方向が一致するように、載置される。

【0018】ウエハ8の載置が完了したら、検査を開始する。制御装置33は光源2を点灯して、明視野照明光によりウエハ8を照明する。この照明により反射する正反射光による像をCCDカメラ21が撮像する。CCDカメラ21からの画像データは画像処理装置30に取り込まれ、明視野照明光による1枚目の画像データが記憶される。

【0019】続いて、制御装置33は光源2を消灯するとともに光源11を点灯して、暗視野照明光によりウエハ8を照明する。ウエハ8で乱反射した光がCCDカメラ21に入射し、CCDカメラ21からの画像データは画像処理装置30に取り込まれ、暗視野照明光による1枚目の画像データが記憶される。

【0020】次に、制御装置33はウエハ8上のチップの配列方向に1チップ分(パターンの1ピッチ分)ずれるように駆動装置32を駆動制御してXYステージ7を移動する。この移動量は、ウエハ8上に形成されたチップの大きさのデータに基づいて容易に決定できる。その後、前述と同様に光源2及び光源11により照明されたウエハ8の像をCCDカメラ21でそれぞれ撮像し、明視野照明光及び暗視野照明光による2枚目の画像データを画像処理装置30に取り込んで記憶する。2枚目の画像データが取り込まれると、画像処理装置30は1枚目の画像データとの比較による画像処理を施して欠陥検出を行う。

【0021】画像処理装置30が行う欠陥検出について説明する。繰り返し性のあるパターンの中から僅かな違いを検出する方法として、隣り合うパターンの画像同士を差分演算する方法(パターンマッチング)がある。ところが、ウエハ全体を撮像した画像では、検査対象のチップパターンに対するCCDカメラの画素は粗く、撮像する画像にはモアレが発生する。ウエハに形成される実際のチップのピッチはCCDの画素ピッチの正数倍でないため、1枚の画像データから隣り合うパターンの画像同士を比較しても、画素と隣り合うチップのパターンは

位置ずれを起こしてしまう。チップが形成されたウエハを検査する場合、チップのパターンは輝度差が大きくて細かいため、この僅かな位置ずれでも大量の疑似欠陥が発生してしまう。さらに、CCDカメラの有効受光面積は100%でない（画素間には隙間がある）、受光されなかったパターンの輝度情報は失われてしまう。このような要因により発生する疑似欠陥は、通常の平均化処理を施しても除去できず、本来の欠陥を正確に検出することはできない。

【0022】そこで、本実施例では、パターンと画素の関係が一致するように1チップ分（パターンの1ピッチ分）ずらして撮像した2枚の画像データを用いることにより、モアレ等による疑似欠陥の発生を無くして本来の欠陥を検出する。この検出方法を図2を使用して説明する。ここでは明視野照明による移動前後の2枚の画像データを例にとって説明する。

【0023】図2(a)はウエハの移動前におけるCCDカメラの画素に対する、2つの隣り合うチップ1及びチップ2のパターンの位置関係を模式的に示した図であり、図2(b)はそのときの画像データの輝度信号を示した図である。(c)、(d)は、同様に移動後のものをそれぞれ模式的に示した図である（相対的に光学系側を移動したときのものと同じになる）。ここでチップ1側のパターンに欠陥パターン50があるものとする。図2(a)のチップ1のパターンに対する画素の位置関係は、1チップのピッチ分ずらしたものである図2(c)のチップ2のパターンと画素の位置関係は同じになる。従って、図2(b)におけるチップ1のパターンの画像データと、図2(d)におけるチップ2のパターンの画像データにはそれぞれ同じモアレが発生していることになり、この2つの画像データを差分処理すれば、図2(e)に示すように、欠陥のデータ50だけが残り、モアレ等による疑似欠陥の発生のない欠陥検査ができる。

【0024】なお、差分処理する2つのチップのパターンの画素に対する位置関係を同じにするために、上記の説明では1チップ分ずらすものとしたが、繰返しピッチの正数倍をずらすようにしても良い。また、1チップ分まるまる移動しなくても、1つのチップのパターンがいくつの画素上にかかるか（画素数の割合）により、最小限の移動量で画素との位置関係を同じにできる。例えば、1つのチップの繰返しピッチが20.5画素分であれば、0.5画素分の微小移動で画素とパターンの位置関係は同じになる。この場合、単にCCDカメラ21を移動しても良いので（光学歪みの影響が少ないことが望ましい）、移動機構が簡素化できる。

【0025】また、CCDカメラ21の画素の配列方向とウエハ8上に形成されたチップの配列方向が必ずしも一致するように、ウエハ8の方向を決めて載置しなくても良い。この場合、CCDカメラ21からの画像データを処理して、差分処理するチップのパターンと画素の位

置関係が同じになる方向及び移動量を求め、そのデータに基づいてウエハ8を移動すれば良い。

【0026】次に、任意の方向に繰返し性のあるパターンにおいて、パターン間のパターンマッチングによって検出した欠陥がいずれに存在するかを特定する方法を、図3及び図4のフローチャートを使用して説明する。

【0027】いま、図3(a)に示すように、繰返し性のあるチップパターン中に欠陥の形状がお互い重なり合う同じ欠陥パターン60a、60bが連続してあり、さらに形状の異なる欠陥パターン61、62、63があるものとする（欠陥パターンは模式的に示している）。これを先に説明したようにウエハの移動前後の1チップ分ずらした2枚の画像データを用いて差分処理する。任意の一定の間隔で配列している同形状パターンのn番目のパターンデータをP(n)、n+1番目のパターンデータをP(n+1)、この2つのパターンデータを差分処理した差分データをS(n)とし（nは配列間隔を単位とする配列座標）、

$$S(n) = P(n) - P(n+1) \quad \cdots \cdots \text{式(1)}$$

によりS(n)を計算するものと定義する（STEP-1、STEP-2）。

【0028】図3(a)の画像データPに対して、式(1)による差分計算を行うと、各座標における差分データSには、図3(b)のように欠陥データ70～75が得られる。ここで、式(1)により欠陥データ70、73は「-」の差分データとなり、欠陥データ71、72、75は「+」の差分データ、欠陥データ74は「-」と「+」が混在した差分データとなる。

【0029】次に、同じ欠陥がK個連続する可能性があるとする、差分データSが疑似的に無欠陥というデータになるのはK-1個しか連続しない。つまり、差分データSにK個の無欠陥データ（所定の信号レベルの値より小さいもの）が並んでいる場合、画像データP上でのその座標に相当するパターンは間違いなく無欠陥であると判別できる。従って、連続して無欠陥データがK個並んでいる部分を捜して、この座標を無欠陥の座標として覚えておき、検索の基準とする（STEP-3）。図3の例では、K=2と設定した場合、無欠陥データは差分データS上の座標(i+4)と座標(i+5)として得られる。

【0030】なお、上記のKの値は検査対象の種類や各製造工程、あるいは状況に応じた値を経験的に設定することができる。例えば、ウエハ上のキズやゴミを検査する場合、欠陥が連続することはあっても同じ形状のものが規則的に並ぶことはほとんど考えられないので、K=1で実用上問題ないが、余裕を考えて2以上でも良い。また、レジストの場合、ウエハを回転させながら塗布するため、塗布量が不足するとウエハ周辺部に塗布されない部分ができる。この部分の欠陥状態は全く同じである

ため、擬似的に無欠陥領域と判定される可能性がある。これを避けるためにはKを大きくすれば良いが、余りにも大きな欠陥についてはその形状や程度を厳密に検査しても実用上の意味は薄い。従って、Kの値は検査対象の状況に応じた値を経験的に決定する。

【0031】次に、この無欠陥の座標から座標上のプラス方向及びマイナス方向にそれぞれ差分データSを検索する。まずプラス方向に検索していき、所定の信号レベルの値より大きいデータの座標を検出する(STEP-4)。所定の値より大きいものがあつた場合には、初めに検出された差分データはその座標+1における画像データPに存在する欠陥パターンのゴーストであるので、検出された差分データの符号を反転したものを、その座標+1の座標の欠陥データとする(STEP-5、STEP-6)。差分データの符号を反転するのは、差分処理を行っているの、検索の方向によって欠陥データの極性が反転したものを修正するためである。図3の例では、座標(i+6)に欠陥データ73が初めに検出されるので、この符号を反転することにより、画像データPでの座標(i+7)の欠陥62が求まる。

【0032】この検出ができたなら、差分データS上の座標を+1更新し(STEP-8)、この差分データから画像データPの同じ座標の欠陥データを差し引く(STEP-9)。この処理を行ったデータが所定の信号レベルの値より大きければ欠陥があると判定でき(STEP-10)、この場合はSTEP-9の処理後の差分データの符号を反転したものをこの座標+1の画像データPにおける欠陥データとする(STEP-11)。図3の例では、差分データSの座標(i+7)の欠陥データ74から画像データPでの座標(i+7)の欠陥62を差し引き、その符号を反転したものが画像データPでの座標(i+8)の欠陥63として特定できる。以後、同様のことを座標上のプラス方向に繰り返していけば、画像データPにおける純粋な欠陥データが得られる。

【0033】座標上のプラス方向の全ての検索ができたなら(STEP-7)、覚えておいた無欠陥の座標に検索開始点として(STEP-12)、今度は座標上のマイナス方向へ差分データを検索し、所定の信号レベルの値より大きいデータの座標を検索する(STEP-13)。所定の値より大きいものがあつた場合には(STEP-14)、初めに検出された差分データは、式(1)の差分処理により、その座標における画像データPでの本来の欠陥データとすることができる(STEP-15)。図3の例では、差分データSでの座標(i+3)の欠陥データ72がそのまま画像データPでの欠陥61として求まる。

【0034】この検出ができ、マイナス方向への検索が残っている場合は(STEP-16)、差分データS上の座標を-1更新し(STEP-17)、この座標の差分データに画像データP上での+1の座標の欠陥データを加算する(STEP-18)。この処理を行ったデータが所定の信号レ

ベルの値より大きければ欠陥があると判定でき(STEP-19)、そのデータを画像データPにおける同じ座標上の欠陥データとする(STEP-20)。以後、同様のことを座標上のマイナス方向に繰り返していけば、欠陥が連続している場合でも正確な欠陥データを特定することができる。

【0035】図3の例では、差分データS上の座標を-1更新した座標(i+2)の欠陥データ71に画像データP上での欠陥61を加算したものが、座標(i+2)の欠陥60bとして特定できる。さらに、差分データS上の座標(i+1)は、画像データP上での同一欠陥による差分処理のため無欠陥となっているが、これに画像データP上での座標(i+2)の欠陥60bを加算することにより、画像データP上での座標(i+1)の欠陥60aを特定できる。

【0036】なお、上記で説明した差分処理の計算を、 $S(n)=P(n)-P(n-1)$ とした場合には、図4のフローにおけるプラス方向、マイナス方向の考え方は逆になる。

【0037】画像処理装置30は、以上のような欠陥検出の処理を、明視野照明光及び暗視野照明光による画像データのそれぞれについて行う。明視野照明光の画像データによる欠陥検出では、例えば、チップパターンのフォーカスぼけやレジスト塗布不良の欠陥が検出され、暗視野照明光の画像データによる欠陥検出では、ごみやキズ等の欠陥が検出される。

【0038】画像処理装置30による欠陥検出の情報は制御装置33に入力される。制御装置33はその情報に基づいてウエハの良否を判定し、不良候補として判定したウエハは、欠陥情報の履歴を付与してキャリアに収納、又は別のキャリアに収納するように搬送装置35に指令する。欠陥情報の履歴が付されたウエハは、さらにオペレータによる確認等、必要な処理が施される。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、モアレの発生等による疑似欠陥を排除できるため、欠陥の情報を高感度で検査できる。これにより信頼性の高いマクロ検査の自動化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の装置の概略構成図である。

【図2】ウエハの移動前後でパターンと画素の関係が一致するようにして、疑似欠陥の発生を無くして本来の欠陥を検出する方法を説明する図である。

【図3】パターンマッチングによって検出した欠陥がいずれに存在するかを特定する方法を説明するための、欠陥パターン例である。

【図4】パターンマッチングによって検出した欠陥がいずれに存在するかを特定する方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】パターンマッチングによって検出した欠陥がい

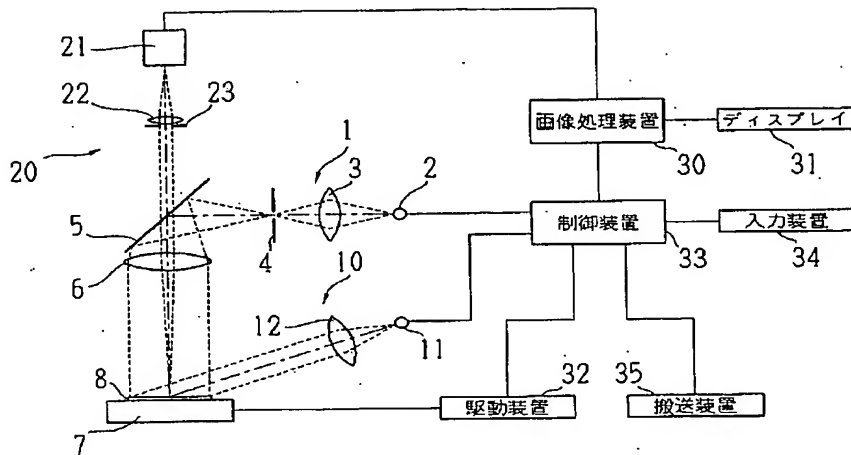
ずれに存在するかを特定する方法を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

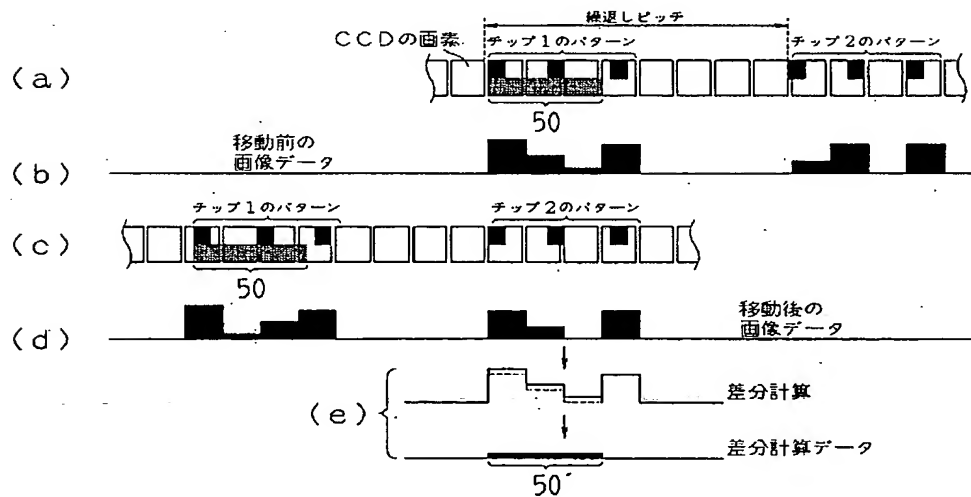
- 1 明視野照明光学系
7 XYステージ
8 ウエハ
10 暗視野照明光学系

- 20 撮像光学系
21 CCDカメラ
30 画像処理装置
32 駆動装置
33 制御装置

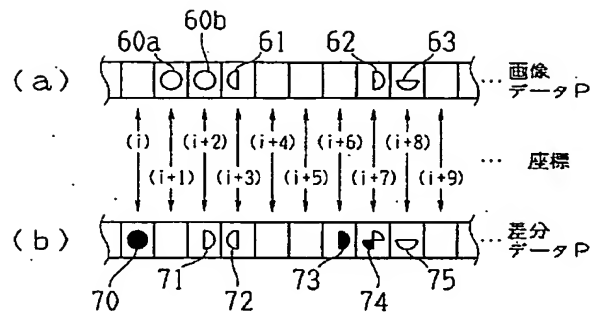
【図1】



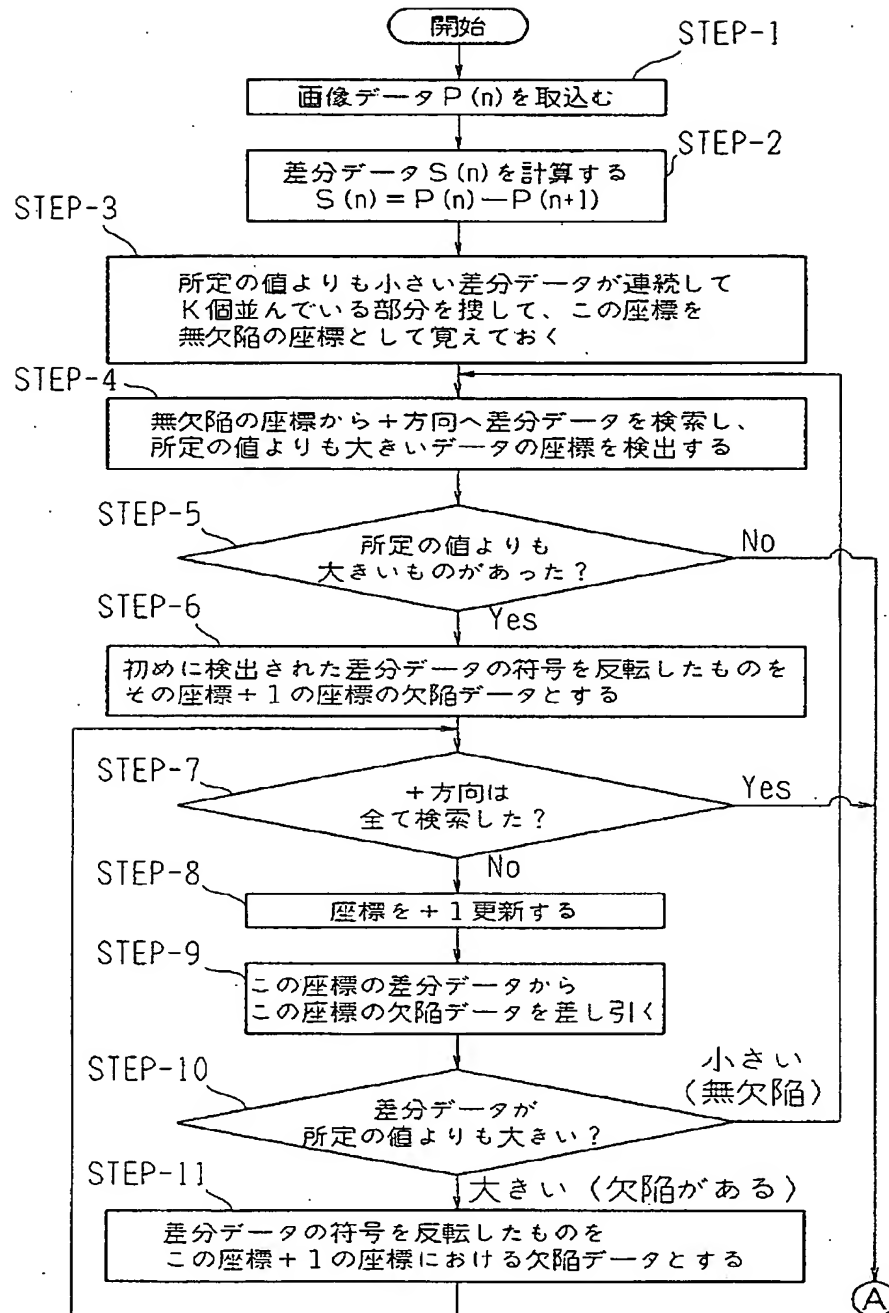
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

